



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 16 503 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 01 L 33/00

②① Aktenzeichen: 100 16 503.6  
②② Anmeldetag: 3. 4. 2000  
④③ Offenlegungstag: 28. 12. 2000

DE 100 16 503 A 1

<p>③① Unionspriorität: 317647                      24. 05. 1999    US</p> <p>⑦① Anmelder: Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates Delaware), Palo Alto, Calif., US</p> <p>⑦④ Vertreter: Schoppe, Zimmermann &amp; Stöckeler, 81479 München</p>	<p>⑦② Erfinder: Carter-Coman, Carrie, San Jose, Calif., US; Hofler, Gloria, Sunnyvale, Calif., US; Kish jun., Fred A., San Jose, Calif., US</p>
--	---

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤④ Diffusionsbarriere für ein erhöhtes Spiegelreflexionsvermögen bei reflektierenden lötbaren Kontakten an Hochleistungs-Led-Chips
- ⑤⑦ Ein lötharer lichtemittierender Dioden-(LED-)Chip und ein Verfahren zum Fertigen einer LED-Leuchte, die den LED-Chip aufnimmt, verwenden eine Diffusionsbarriere, die nennenswert die molekulare Wanderung zwischen zwei unterschiedlichen Schichten des LED-Chips während Hochtemperaturverfahren blockiert. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die zwei unterschiedlichen Schichten des LED-Chips ein Rückseitenreflektor und eine Lotschicht. Die Verhinderung des Vermischens der Materialien in dem Rückseitenreflektor und der Lotschicht verhindert die Verschlechterung des Rückseitenreflektors bezüglich der Fähigkeit desselben, Licht zu reflektieren, das durch die LED emittiert wird. Der LED-Chip umfaßt eine Hochleistungs-AlInGaP-LED oder einen anderen Typ einer LED, einen Rückseitenreflektor, eine Diffusionsbarriere und eine Lotschicht. Der Rückseitenreflektor ist vorzugsweise aus Silber (Ag) oder einer Ag-Legierung zusammengesetzt, und die Lotschicht besteht aus Indium (In), Blei (Pb), Gold (Au), Zinn (Sn) oder einer Legierung und Eutektika derselben. Bei einem ersten Ausführungsbeispiel besteht die Diffusionsschicht aus Nickel (Ni) oder Nickel-Vanadium (NiV). Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung besteht die Diffusionsbarriere aus Titan-Wolfram-Nitrid (TiW:N).

DE 100 16 503 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich allgemein auf lichtemittierende Dioden-Leuchten und insbesondere auf einen lichtemittierenden Diodenchip mit einem Rückseitenreflektor.

Lichtemittierende Dioden- (LED-) Leuchten verwenden LED-Chips, die an Zuleitungsrahmen befestigt sind, die Erregungssignale leiten, um die Erzeugung von Licht einzuleiten. LEDs sind gut bekannte Festkörperbauelemente, die Licht mit einer vordefinierten spektralen Verteilung emittieren können. LEDs werden verbreitet als Beleuchtungsvorrichtungen, Anzeigevorrichtungen und Anzeigen verwendet. Bei einer typischen LED-Leuchte umfaßt der LED-Chip eine Epoxidharzschicht, die den LED-Chip mit dem Zuleitungsrahmen während eines Chipbefestigungsverfahrens verbindet.

Einige Typen von herkömmlichen LEDs weisen Halbleiterschichten auf, die gegenüber dem emittierten Licht transparent sind und zwischen der aktiven Schicht und dem Zuleitungsrahmen positioniert sind. Dies ist z. B. für InGaN auf Saphir, AlInGaP mit transparentem Substrat (AlInGaP, das mit einem transparenten GaP-Substrat waferverbunden ist) und GaP-LEDs der Fall, die alle Substrate aufweisen, die gegenüber dem emittierten Licht transparent sind.

Ein Problem bei herkömmlichen LED-Leuchten besteht darin, daß ein wesentlicher Betrag des von dem LED-Chip emittierten Lichts durch das darunterliegende Material absorbiert werden kann, was die Lichtausgangsleistung (LOP; LOP = Light Output Power) der Leuchte absenkt. Ein typisches Verfahren zum Lindern dieses Problems besteht darin, Silber (Ag) in der Schicht des Epoxidharzes an dem LED-Chip zu umfassen, wobei das Ag als ein Reflektor funktioniert. Durch den Einschluß von Ag in der Epoxidharzschicht wird ein Teil des Lichts, der durch das darunterliegende Material absorbiert würde, durch das Ag reflektiert und wird von dem LED-Chip als Ausgangslicht ausgestrahlt, wodurch die LOP der Leuchte erhöht wird.

Ein Hochleistungs-LED-Chip, der in jüngster Zeit durch die Hewlett-Packard Company, die Bevollmächtigte der hierin offenbarten Erfindung, entwickelt wurde, erfordert jedoch eine Verbindungsschicht und ein Gehäuse, die einen wesentlich niedrigeren thermischen Widerstand als die Epoxidharz/Ag-Schicht aufweisen. Der Hochleistungs-LED-Chip ist in einem Artikel mit dem Titel "High-flux high-efficiency transparent-substrate AlGaInP/GaP light-emitting diodes" von G. E. Höfler u. a., Electronic Letters, 3. September 1998, Bd. 34, Nr. 18, beschrieben. Der Hochleistungs-LED-Chip verwendet eine Schicht eines Lötmaterials anstelle der Epoxidharz/Ag-Schicht, um den LED-Chip mit einem Zuleitungsrahmen oder einer Chip-Anschlußfläche, die ferner als eine Wärmesenke dient, zu verbinden. Das Lötmaterial weist vorzugsweise einen niedrigen thermischen Widerstand auf, um die Betriebstemperatur des LED-Chips abzusinken, was die Lichtausgabe und die Zuverlässigkeit verbessert. Der Hochleistungs-LED-Chip umfaßt zusätzlich eine Schicht aus einem reflektierenden Material, um als ein Reflektor zu funktionieren, der die LOP der Leuchte erhöht, die den Hochleistungs-LED-Chip darstellt. Das reflektierende Material wird derart ausgewählt, daß der Reflektor ein hohes Reflexionsvermögen bezüglich der emittierten Wellenlängen (> 80%) aufweist und eine gute thermische Leitfähigkeit besitzt.

In Fig. 1 ist ein Hochleistungs-LED-Chip 10 mit einer LED 12 und einer Schicht 14 aus Lötmaterial gezeigt. Die LED ist eine AlInGaP-LED mit einer aktiven Schicht 16, bei der Licht ansprechend auf eine angelegte elektrische Energie erzeugt wird. Das erzeugte Licht wird in allen Richtungen emittiert, wie es durch Pfeile nahe der aktiven

Schicht dargestellt ist. An der unteren Oberfläche der LED ist ein ohmscher Kontakt 18 befestigt. Der ohmsche Kontakt ist durch einen Ag-Reflektor 20 bedeckt. Der Hochleistungs-LED-Chip 10 umfaßt ferner einen ohmschen Kontakt 21, der auf der oberen Oberfläche der LED positioniert ist. Wenn die LED betrieben wird, breitet sich ein Teil des Lichts, das durch die aktive Schicht der LED erzeugt wird, weg von dem unteren ohmschen Kontakt aus und wird von der LED als Ausgangslicht 22 ausgestrahlt. Ein bestimmter Teil des Lichts breitet sich jedoch hin zu dem ohmschen Kontakt aus. Ein Anteil dieses Lichts trifft auf den unteren ohmschen Kontakt 18 auf und kann absorbiert werden. Ein weiterer Anteil dieses Lichts trifft jedoch auf dem Ag-Reflektor auf, der wirksam ist, um das auftreffende Licht aus dem Chip zu reflektieren. Folglich wird die Intensität des Ausgangslichts durch das Licht erhöht, das von dem Ag-Reflektor reflektiert wird.

Der Ag-Reflektor ist zwischen der LED und der Lotschicht 14 positioniert. Das Lötmaterial in der Lotschicht ist Indium (In). Die Lotschicht ermöglicht es, daß der LED-Chip an einer äußeren Oberfläche (nicht gezeigt) befestigt oder mit derselben verbunden wird.

Während eines Hochtemperaturverfahrens, wie z. B. einem Chip-Befestigungsverfahren, das bei einer Temperatur oberhalb des Schmelzpunkts der Lotschicht 14 (für In ist der Schmelzpunkt etwa 156°C) durchgeführt wird, können sich der Ag-Reflektor 20 und die In-Lotschicht 14 vermischen, was das Reflexionsvermögen des Ag-Reflektors von etwa 95% auf etwas weniger als 70% reduziert. Dies führt zu einer LOP-Reduktion von etwa 15% bis 20% in gehäuteten Bauelementen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine lichtemittierende Struktur, ein Verfahren zum Fertigen eines lichtemittierenden Bauelements und einen lichtemittierenden Dioden-Chip zu schaffen, die einen lötbaren Hochleistungs-LED-Chip ermöglichen, der einen Reflektor umfaßt, der zu einem hohen Reflexionsvermögen selbst dann führt, nachdem der LED-Chip Hochtemperaturverfahren, wie z. B. einem Chip-Befestigungsverfahren, ausgesetzt wurde.

Diese Aufgabe wird durch eine lichtemittierende Struktur gemäß Anspruch 1, ein Verfahren zum Fertigen eines lichtemittierenden Bauelements gemäß Anspruch 16 und einen lichtemittierenden Diodenchip gemäß Anspruch 27 gelöst.

Ein lötbare lichtemittierender Dioden- (LED-) Chip und ein Verfahren zum Fertigen einer LED-Leuchte, die den LED-Chip darstellt, verwenden eine Diffusionsbarriere, die ein nennenswertes Vermischen von zwei unterschiedlichen Schichten des LED-Chips während Hochtemperaturverfahren verhindert. Die Diffusionsbarriere ist aus einem Material gebildet, das nennenswert die Wanderung zwischen den zwei betroffenen Schichten blockiert, wenn die Schichten einer erhöhten Temperatur ausgesetzt sind. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die zwei unterschiedlichen Schichten des LED-Chips ein Rückseitenreflektor und eine Lotschicht. Indem das Vermischen der Materialien des Rückseitenreflektors und der Lotschicht verhindert wird, besitzt die Diffusionsbarriere die Funktion, eine Verschlechterung des Rückseitenreflektors bezüglich seiner Fähigkeit Licht, das durch die LED emittiert wird, zu reflektieren, zu verhindern. Die Diffusionsbarriere sollte die Wanderung in den Reflektor und das Vermischen der Lotschicht in den Reflektor derart blockieren, daß das Reflexionsvermögen der reflektierenden Schicht nicht nennenswert (d. h. eine Abnahme des Reflexionsvermögens von mehr als 10%) an der Oberfläche zwischen dem Reflektor und dem LED-Chip reduziert wird. Die Diffusionsbarriere sollte eine strukturelle Integrität oder Unversehrtheit beibehalten, d. h. eine Diffu-

sionsbarriere selbst bei den erhöhten Temperaturen bleiben, die notwendig sind, um die Lotschicht zu schmelzen.

Bei einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung umfaßt der LED-Chip eine Hochleistungs-AlInGaP-LED. Der Typ der LED, der in dem LED-Chip umfaßt ist, ist jedoch für die Erfindung nicht kritisch. LEDs mit Halbleiterschichten, die gegenüber dem emittierten Licht transparent sind und die zwischen der aktiven Schicht und dem Lot positioniert sind, ziehen einen Vorteil aus dieser Erfindung. An der Rückseitenoberfläche der LED ist ein Rückseitenreflektor befestigt. Die Rückseitenoberfläche ist die Oberfläche, die der lichtemittierenden Oberfläche der LED gegenüber liegt. Für AlInGaP-LEDs ist der Rückseitenreflektor vorzugsweise aus Silber (Ag) oder einer Ag-Legierung zusammengesetzt, die auf die Rückseitenoberfläche der LED gesputtert oder zerstäubt wurde. Der Reflektor sollte jedoch für die Wellenlänge des emittierten Lichts optimiert sein. Gute Reflektoren weisen ein Reflexionsvermögen von  $> 90\%$  auf. Beispiele von anderen Reflektoren umfassen Al oder Ag für AlGaIn und Au für AlGaAs-LEDs mit transparentem Substrat. Der Rückseitenreflektor kann durch Verdampfung, Elektroplattieren oder andere geeignete Verfahren gebildet werden. Die Diffusionsschicht befindet sich benachbart zu dem Rückseitenreflektor. Bei diesem Ausführungsbeispiel besteht die Diffusionsschicht aus Nickel (Ni) oder Nickel-Vanadium (NiV). Wenn der Rückseitenreflektor gesputtert wird, wird NiV gegenüber Ni bevorzugt, da NiV auf den Rückseitenreflektor gesputtert werden kann. Um die Diffusionsbarriere zu bilden, ermöglicht die Verwendung eines Sputterverfahrens, daß der Rückseitenreflektor und die Diffusionsbarriere in einem einzigen Fertigungssystem gebildet werden. Die Diffusionsbarriere kann alternativ durch Verdampfen oder Elektroplattieren von Ni gebildet werden.

Der LED-Chip umfaßt ferner eine Lotschicht, die an der Diffusionsschicht befestigt ist, derart, daß der Rückseitenreflektor und die Lotschicht durch die Diffusionsschicht getrennt sind. Die Lotschicht kann aus Indium (In), Blei (Pb), Gold (Au), Zinn (Sn) oder Legierungen und Eutektika derselben bestehen. Die Lotschicht ermöglicht es, daß der LED-Chip an einer integrierten Wärmesenke, die ferner als die Schmelzperle (Slug) bekannt ist, oder an einer Chip-Anschlußfläche während eines Chip-Befestigungsverfahrens angebracht wird. Das Chip-Befestigungsverfahren betrifft das Schmelzen der Lotschicht des LED-Chips, um den LED-Chip mit der Schmelzperle oder der Chip-Anschlußfläche physisch zu verbinden. Das Chip-Befestigungsverfahren betrifft jedoch das Aussetzen des Rückseitenreflektors, der Diffusionsbarriere und der Lotschicht gegenüber einer Temperatur oberhalb des Schmelzpunkts des Lötmaterials (für In ist der Schmelzpunkt etwa  $156^\circ\text{C}$ ). Die Diffusionsbarriere verhindert das Vermischen des In der Lotschicht mit dem Ag des Rückseitenreflektors während dieses Hochtemperaturverfahrens. Dieses Merkmal der Diffusionsbarriere verhindert die Verunreinigung des Rückseitenreflektors, wodurch der Rückseitenreflektor vor einer Verschlechterung der hochreflektierenden Charakteristik desselben geschützt wird. Zusätzlich zu dem Verhindern des Vermischens der Materialien verhindert die Diffusionsbarriere eine Verschlechterung des Ag in dem Reflektor bei einem Aussetzen gegenüber Luft.

Die Dicke der Diffusionsbarriere sollte etwa 500 bis 20.000 Å sein. Die bevorzugte Dicke der Diffusionsbarriere ist etwa 2.000 bis 15.000 Å für Ni und etwa 1.000 bis 10.000 Å für NiV. Die untere Grenze der bevorzugten Dicken wird ausgewählt, um sicherzustellen, daß die Diffusionsbarriere effektiv das In/Ag-Vermischen verhindern kann, während die obere Grenze ausgewählt wird, um eine Delaminierung und Zuverlässigkeitsprobleme, die durch über-

mäßige mechanische Spannungen in dem Film verursacht werden, zu verhindern. Der Unterschied der bevorzugten Dicken von Ni und von NiV liegt an den Unterschieden der Korngröße, der Kornform und der mechanischen Spannungen der Filme.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung umfaßt der LED-Chip die gleichen Komponenten wie der LED-Chip gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel besteht die Diffusionsbarriere jedoch aus Titan-Wolfram-Nitrid (TiW:N) anstatt Ni oder NiV. Ähnlich zu der Ni- oder der NiV-Diffusionsbarriere des ersten Ausführungsbeispiels verhindert die TiW:N-Diffusionsbarriere ein Vermischen des In der Lotschicht mit dem Ag des Rückseitenreflektors und verhindert ferner eine Verschlechterung des Ag in dem Rückseitenreflektor bei einem Aussetzen gegenüber Luft.

Hochschmelzende Metalle, wie z. B. Molybdän (Mo), Wolfram (W) und Tantal (Ta), können ebenfalls verwendet werden, um eine Diffusionsbarriere zu bilden. Der Schmelzpunkt dieser Materialien ist jedoch sehr hoch ( $T_m = 2.610, 3.410$  und  $2.996^\circ\text{C}$  im Vergleich zu Ni,  $T_m = 1.455^\circ\text{C}$ ) und daher sind dieselben schwerer aufzubringen und können nicht verdampft werden.

Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel besteht die Diffusionsbarriere aus einem nicht-leitfähigen Material. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann die Diffusionsbarriere aus Dielektrika, wie z. B. Aluminium-Oxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Silizium-Oxid ( $\text{SiO}_2$ ), Silizium-Nitrid ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) oder Silizium-Sauerstoff-Nitrid ( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ) bestehen. Dielektrika sind Materialien, die wesentlich höhere spezifische Widerstände ( $\rho$ ) als Metalle oder Halbleiter aufweisen (z. B.  $\rho = 1 \times 10^{11}$  Ohm-cm für  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , während  $\rho = 3$  Ohm-cm und  $6 \times 10^{-6}$  Ohm-cm für Si und Ni). Die resultierende Diffusionsbarriere bildet eine nicht-leitfähige Barriere zwischen dem Reflektor und der Lotschicht, die einen Fluß von Elektrizität zusätzlich zu dem Verhindern eines Vermischens des reflektierenden Materials des Reflektors und des Lötmaterials der Lotschicht hemmt. Der thermische Widerstand der LED ist jedoch trotzdem wichtig, und sollte mit der Hinzufügung der Diffusionsbarriere nicht nennenswert zunehmen. Eine gute Abschätzung besteht darin, daß eine Zunahme des thermischen Widerstands der gehäuteten LED von nicht mehr als 10% bei der Hinzufügung der Barrierschicht beobachtet werden sollte.

Die nicht-leitfähige Diffusionsbarriere ist an einer LED-Struktur anbringbar, die Schichten enthält, die gegenüber emittiertem Licht transparent sind und die zwischen der aktiven Schicht und der Lotschicht positioniert sind, dieselbe muß jedoch keine Elektrizität leiten können. Dies ist für InGaIn-LEDs der Fall, die in Saphir gewachsen sind. Eine nicht-leitfähige Barriere wird einen um viele Male größeren spezifischen Widerstand als der spezifische Widerstand für leitfähige Materialien aufweisen. Beispielsweise sind der spezifische Widerstand für Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) und Siliziumoxid ( $\text{SiO}_2$ )  $3 \times 10^{19}$  bzw.  $1 \times 10^{21}$   $\mu\text{Ohm-cm}$  im Vergleich zu Ni, das einen spezifischen Widerstand von 8  $\mu\text{Ohm-cm}$  aufweist. Die spezifischen Widerstände für die hochschmelzenden Metalle sind wesentlich niedriger als dieselben für die anderen nicht-leitfähigen Barrieren, die oben aufgelistet sind. Selbst LEDs, die keine Stromleitung durch die Barriere erfordern, können jedoch ebenfalls leitfähige Diffusionsbarrieren verwenden, wodurch die Auswahl der Materialien, die verwendet werden können, um die Diffusionsbarriere zu bilden, erhöht wird.

Ein Verfahren zum Fertigen einer Hochleistungs-LED-Leuchte gemäß der Erfindung umfaßt einen Schritt, bei dem eine Schicht eines reflektierenden Materials über der Rückseitenoberfläche einer LED aufgebracht wird. Die Schicht

des reflektierenden Materials bildet den Rückseitenreflektor des LED-Chips, der in der Leuchte aufgenommen wird. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das reflektierende Material Ag oder eine Ag-Legierung, die auf die Rückseitenoberfläche der LED gesputtert werden kann. Andere vergleichbare reflektierende Materialien können jedoch verwendet werden, um den Rückseitenreflektor zu bilden. Als nächstes wird eine Diffusionsbarriere über dem Rückseitenreflektor gebildet, derart, daß der Rückseitenreflektor zwischen der LED und der Diffusionsbarriere positioniert ist. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Diffusionsbarriere aus Ni oder NiV zusammengesetzt. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel ist die Diffusionsbarriere aus TiW:N zusammengesetzt. Eine Schicht aus Lötmaterial wird dann auf der Diffusionsbarriere aufgebracht, so daß der Rückseitenreflektor physisch von der Schicht des Lötmaterials durch die Diffusionsbarriere getrennt ist. Das Lötmaterial kann Indium (In), Blei (Pb), Gold (Au), Zinn (Sn) oder eine Legierung und Eutektika derselben sein. Als nächstes wird der LED-Chip mit dem Rückseitenreflektor, der Diffusions-schicht und der Schicht aus dem Lötmaterial auf einer Chip-Plattform, wie z. B. einem Block (Slug), einer Chip-Anschlußfläche oder einem Zuleitungsrahmen, derart platziert, daß sich die Schicht aus Lötmaterial in einem Kontakt mit der Chip-Plattform befindet. Der LED-Chip wird dann an der Plattform durch Schmelzen der Schicht aus Lötmaterial befestigt, so daß das Lötmaterial mit der Oberfläche des Blocks verbunden ist. Nachdem der LED-Chip an der Chip-Plattform angebracht ist, können andere herkömmliche Fertigungsschritte durchgeführt werden, um die Hochleistungs-LED-Leuchte zu vervollständigen.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, daß eine 13–21% Zunahme der Lichtausgangsleistung der LED-Leuchte erreicht werden kann, indem die Diffusionsbarriere in dem LED-Chip umfaßt wird. Außerdem kann die Diffusionsbarriere unter Verwendung des gleichen Sputter- oder Verdampfungs-Verfahrens gebildet werden, das verwendet wird, um den Rückseitenreflektor zu bilden.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** ein schematisches Diagramm eines bekannten Hochleistungs-LED-Chips mit einem Rückseitenreflektor und einer Lotschicht;

**Fig. 2** ein schematisches Diagramm eines lötbaren Hochleistungs-LED-Chips gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**Fig. 3** ein schematisches Diagramm eines lötbaren Hochleistungs-LED-Chips gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

**Fig. 4** ein Flußdiagramm eines Verfahrens zum Fertigen einer Hochleistungs-LED-Leuchte gemäß der Erfindung.

Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** ist ein lötbare lichtemittierender Dioden- (LED-) Chip **26** gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Der LED-Chip umfaßt eine LED **28** mit einer aktiven Schicht **30**. Die LED ist vorzugsweise eine AlInGaP-LED, die Licht mit einer spektralen Verteilung in einem Bereich von etwa 550 bis 650 nm emittiert. Die LED **28** kann jedoch ein anderer Typ einer LED sein. Der Typ der LED, der in dem LED-Chip umfaßt ist, ist für die Erfindung nicht wesentlich. LEDs mit Halbleiterschichten, die gegenüber dem emittierten Licht transparent sind und die zwischen der aktiven Schicht und dem Lot positioniert sind, können aus dieser Erfindung einen Vorteil ziehen. An der unteren Oberfläche der Rückseitenoberfläche der LED sind ohmsche Kontakte **32** befestigt. Die ohmschen Kontakte befinden sich innerhalb einer Schicht **34** aus reflektierendem Material, die einen Rückseitenreflektor des

LED-Chips definiert. Der LED-Chip umfaßt ferner einen ohmschen Kontakt **33**, der auf der oberen Oberfläche der LED positioniert ist. Der obere und der untere ohmsche Kontakt **32** und **33** liefern einen gut verteilten Strom zu der LED, wenn dieselbe aktiviert ist. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das reflektierende Material, das in dem Reflektor **34** verwendet wird, Silber (Ag) oder eine Ag-Legierung. Andere reflektierende Materialien, wie z. B. Al und Au, können jedoch verwendet werden, um den Reflektor zu bilden. Der Reflektor sollte mit einem Reflexionsvermögen von oberhalb ~ 90% bei der emittierten Lichtwellenlänge ausgewählt werden.

Auf dem Rückseitenreflektor **34** ist eine Diffusionsbarriere **36** gebildet. Bei diesem Ausführungsbeispiel besteht die Diffusionsbarriere aus Nickel (Ni). Die Diffusionsbarriere ist zwischen dem Reflektor **34** und einer Lotschicht **38** positioniert, wodurch der Reflektor von der Lotschicht getrennt wird. Die Dicke des Reflektors sollte etwa 500–20.000 Å sein. Die Lotschicht kann aus Indium (In), Blei (Pb), Gold (Au), Zinn (Sn) oder einer Legierung und Eutektika derselben bestehen. Die Lotschicht ermöglicht es, daß die LED **26** an einer äußeren Chip-Plattform **40**, wie z. B. einer integrierten Wärmesenke, die ferner als ein Block, eine Chip-Anschlußfläche oder ein Zuleitungsrahmen bekannt ist, während eines Chip-Befestigungsverfahrens angebracht wird. Das Chip-Befestigungsverfahren betrifft das Schmelzen der Lotschicht des LED-Chips, um den LED-Chip mit Leitern der Chip-Plattform physisch zu verbinden. Ungünstigerweise betrifft das Chip-Befestigungsverfahren ferner das Aussetzen des Rückseitenreflektors und der Diffusionsbarriere sowie anderer Lotschichten gegenüber einer Temperatur oberhalb des Schmelzpunkts des Lötmaterials (für In ist der Schmelzpunkt etwa 156°C). Bei einer derartigen Temperatur kann das Lötmaterial, z. B. das In, der Lotschicht in den Rückseitenreflektor bei der Abwesenheit der Diffusionsbarriere diffundieren. Die Diffusionsbarriere verhindert das Vermischen des Lötmaterials der Lotschicht mit dem reflektierenden Material, z. B. dem Ag, des Rückseitenreflektors während dieses Hochtemperaturverfahrens. Zusätzlich zu dem Verhindern des Vermischens der Materialien verhindert die Diffusionsbarriere die Verschlechterung des Ag in dem Reflektor bei einem Aussetzen gegenüber Luft. Die bevorzugte Dicke der Diffusionsbarriere ist etwa 500–20.000 Å. Die untere Grenze der bevorzugten Dicke wird ausgewählt, um sicherzustellen, daß die Diffusionsbarriere effektiv das In/Ag-Vermischen verhindern kann, während die obere Grenze ausgewählt wird, um eine Delaminierung und Zuverlässigkeitsprobleme zu verhindern, die durch übermäßige mechanische Spannung in dem Film verursacht werden.

Nachdem der LED-Chip **26** an der Chip-Plattform **40** befestigt und in einer LED-Leuchte aufgenommen ist, kann der LED-Chip betrieben werden, um Licht zu emittieren. Beim Betrieb wird die aktive Schicht **30** der LED **28** durch angelegte elektrische Energie erregt, die durch die ohmschen Kontakte **32** und **33** geliefert wird. Die angelegte elektrische Energie ruft hervor, daß die aktive Schicht Licht in alle Richtungen emittiert, wie es durch die Pfeile nahe der aktiven Schicht dargestellt ist. Ein Teil des Lichts breitet sich nach oben oder aus den Seiten des LED-Chips aus, wobei dasselbe aus der LED als Ausgangslicht **42** ausgestrahlt wird. Ein Teil des Lichts breitet sich jedoch in einer Abwärtsrichtung hin zu der Lotschicht **38** aus. Ein Anteil des sich abwärts ausbreitenden Lichts trifft auf die ohmschen Kontakte **32** auf, was das auftreffende Licht am meisten absorbiert. Ein weiterer Anteil des sich abwärts ausbreitenden Lichts trifft auf den Reflektor **34** auf. Der Reflektor reflektiert das auftreffende Licht, so daß ein bestimmter Teil des

reflektierenden Lichts schließlich aus der LED als Ausgangslicht austreten kann. Da der Reflektor nicht mit dem Lötmaterial von der Lotschicht während des Chip-Befestigungsverfahrens verunreinigt wird, wird der Reflektor eine hochreflektierende Charakteristik aufweisen, die den größten Teil des auftreffenden Lichts reflektiert. Das reflektierte Licht, das ansonsten aufgrund einer Absorption verloren gehen kann, erhöht die Intensität des Gesamtausgangslichts.

Der Einschluß der Ni-Diffusionsbarriere 36 erzeugt LED-Leuchten mit einer um etwa 13–21% höheren Lichtausgangsleistung (LOP) als bei LED-Leuchten, die den LED-Chip von Fig. 1 aufnehmen. Eine dickere Ni-Diffusionsbarriere ergibt eine LED-Leuchte mit einer höheren LOP-Verstärkung. Eine Ni-Diffusionsbarriere mit einer Dicke von 2.000 Å ergibt eine Leuchte mit etwa einer 13% höheren LOP als bei der herkömmlichen Hochleistungsleuchte. Eine Ni-Diffusionsbarriere mit einer Dicke von 7.000 Å erzeugt eine Leuchte mit einer 17–21% höheren LOP. Daten zeigen, daß sich die Ni-Diffusionsbarriere aufgrund von zusätzlichen mechanischen Spannungen (TMSK 40–120° Luft-Luft, 200 Zyklen) oder Hochtemperaturbetriebslebensdauertests nicht bezüglich der Temperaturschock- (TMSK; TMSK = Temperature Shock) Leistung verschlechtert.

Ein Nachteil des Verwendens von Ni für die Diffusionsbarriere 36 besteht darin, daß unterschiedliche Aufbringungsverfahren erforderlich sein können, um den Reflektor 34 und die Diffusionsbarriere zu bilden. Der Reflektor kann durch eine Anzahl von Aufbringungsverfahren, wie z. B. Sputtern, Verdampfung und Elektroplattieren, gebildet werden. Die Ni-Diffusionsbarriere wird jedoch typischerweise durch ein Verdampfungsverfahren gebildet, obwohl dieselbe auch elektroplattiert werden kann. Die magnetische Charakteristik von Ni verbietet die Verwendung eines Sputterverfahrens, um Ni aufzubringen, um die Diffusionsbarriere zu bilden. Daher ist eine andere Aufbringungsverfahren erforderlich, um die Diffusionsbarriere zu bilden, wenn der Reflektor durch Sputtern gebildet wird. Eine Möglichkeit, dieses Problem zu überwinden, besteht darin, Nickel-Vanadium (NiV) anstelle von reinem Ni zu verwenden. Das V verhindert, daß das Ni magnetisch wird, was es ermöglicht, daß NiV unter Verwendung von einer Standardsputterausrüstung aufgebracht wird. Die Menge von V in NiV ist im Vergleich zu Ni relativ klein. Als ein Beispiel kann NiV etwa 7% V und etwa 93% Ni aufweisen. Um die Diffusionsbarriere 36 zu bilden, ist die bevorzugte Dicke von NiV etwa 1.000–10.000 Å. Der Unterschied der bevorzugten Dicke der NiV-Diffusionsbarriere gegenüber der Ni-Diffusionsbarriere liegt an den Unterschieden der Korngröße und der mechanischen Spannungen der Filme. NiV ermöglicht es, daß die gleiche Sputterausrüstung für das Aufbringen von Ag, um den Reflektor zu bilden, und zum Aufbringen von NiV verwendet werden kann, um die Diffusionsbarriere zu bilden.

Nun Fig. 3 zuwendend ist ein lötlarer Hochleistungs-LED-Chip 44 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Der LED-Chip 44 ist strukturell ähnlich zu dem LED-Chip 26 von Fig. 2. Daher werden die gleichen Bezugsziffern von Fig. 2 verwendet, um die gleichen Komponenten, die in Fig. 3 dargestellt sind, zu identifizieren. Der LED-Chip 44 umfaßt die LED 28, die die aktive Schicht 30, die ohmschen Kontakte 32, den Reflektor 34 und die Lotschicht 38 aufweist. Im Gegensatz zu dem LED-Chip 26 von Fig. 2 umfaßt der LED-Chip 44 jedoch eine Titan-Wolfram-Nitrid- (TiW:N-) Diffusionsbarriere 46. Die TiW:N-Diffusionsbarriere kann eine Dicke von etwa 800 Å oder größer aufweisen. Ähnlich zu der Ni-Diffusionsbarriere 36 des LED-Chips 26 verhindert die TiW:N-Diffusionsbarriere ein Vermischen des reflektierenden Materials

(z. B. Ag) des Reflektors und des Lötmaterials (z. B. In) der Lotschicht während eines Hochtemperaturverfahrens, wie z. B. eines Chip-Befestigungsverfahrens. Folglich kann der Reflektor seine hochreflektierende Charakteristik beibehalten. Allgemein wird eine dickere Schicht aus TiW:N eine bessere Diffusionsbarriere sein. Die Dicke ist jedoch auf etwa 10.000 Å aufgrund einer übermäßigen mechanischen Spannung in dem Film begrenzt, die eine Unreproduzierbarkeit und Zuverlässigkeitsprobleme verursachen kann. Zusätzlich ist die Effektivität der Barriere zum größten Teil durch die Gasblasendichte (pinhole density) bestimmt. Für Filme, die eine niedrige Gasblasendichte aufweisen, kann eine dünnere Schicht aus TiW:N verwendet werden.

Das Barrierenverhalten hängt von einer Vielfalt von Eigenschaften einschließlich der Korngröße und der Kornform ab. Barrieren, die aus Ti mit einer Dicke von bis zu 4.000 Å und aus TiW mit einer Dicke von bis zu 1.000 Å bestehen, wurden ebenfalls versucht. Keines dieser Materialien lieferte eine 100%-Barriere, um ein In-Ag-Vermischen zu verhindern.

Eine Hochleistungsleuchte, die den LED-Chip 44 aufnimmt, wird auf die gleiche Art und Weise wie die Hochleistungsleuchte betrieben, die den LED-Chip 26 von Fig. 2 aufnimmt. Die aktive Schicht 30 der LED 28 erzeugt ansprechend auf angelegte elektrische Energie Licht. Die angelegte elektrische Energie ruft hervor, daß die aktive Schicht Licht in alle Richtungen, wie es durch die Pfeile nahe der aktiven Schicht dargestellt ist, emittiert. Ein bestimmter Teil des Lichts wird von dem oberen Ende und von Seiten der LED als Ausgangslicht 42 ausgestrahlt. Ein bestimmter Teil des Lichts breitet sich jedoch in einer Abwärtsrichtung hin zu der Lotschicht 38 aus. Ein Anteil des sich abwärts ausbreitenden Lichts trifft auf den Reflektor 34 auf und wird in Aufwärtsrichtung durch den Reflektor reflektiert. Ein wesentlicher Anteil des reflektierenden Lichts läuft durch die LED und tritt als Ausgangslicht aus, wodurch die Intensität des Gesamtausgangslichts, das durch den LED-Chip erzeugt wird, erhöht wird.

Eine LOP-Verstärkung von etwa 13% bezüglich der LOP von herkömmlichen Hochleistungs-LED-Leuchten wurde unter Verwendung einer TiW:N-Diffusionsbarriere 46 mit einer Dicke von etwa 800 Å erhalten. Höhere LOP-Verstärkungen werden bei dickeren TiW:N-Diffusionsbarrieren erwartet, die Verunreinigungsprobleme und Probleme mit mechanischen Spannungen ausschließen.

Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel besteht die Diffusionsbarriere aus einem nicht-leitfähigen Material. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann die Diffusionsbarriere aus Dielektrika, wie z. B. Aluminiumoxid ( $Al_2O_3$ ), Siliziumoxid ( $SiO_2$ ), Silizium-Nitrid ( $Si_3N_4$ ) oder Silizium-Sauerstoff-Nitrid ( $SiO_xN_y$ ) bestehen. Die resultierende Diffusionsbarriere bildet eine nicht-leitfähige Barriere zwischen dem Reflektor und der Lotschicht, die den Fluß von Elektrizität zusätzlich zu dem Verhindern des Vermischens des reflektierenden Materials des Reflektors und des Lötmaterials der Lotschicht hemmt. Der thermische Widerstand der LED ist jedoch wichtig und sollte durch die Hinzufügung der Diffusionsbarriere nicht wesentlich zunehmen. Eine gute Abschätzung besteht darin, daß bei der Hinzufügung der Barrierschicht eine Zunahme des thermischen Widerstands der gehäuteten LED von nicht mehr als 10% beobachtet werden sollte.

Die nicht-leitfähige Diffusionsbarriere ist an einer LED-Struktur anbringbar, die Schichten enthält, die gegenüber dem emittierten Licht transparent sind und die zwischen der aktiven Schicht und der Lotschicht positioniert sind, wobei die Struktur jedoch keine elektrische Leitung durch jene Schichten benötigt. Diese LEDs können jedoch ebenfalls

leitfähige Diffusionsbarrieren verwenden, wodurch die Auswahl der Materialien erhöht wird, die verwendet werden können, um die Diffusionsbarriere zu bilden.

Ein Verfahren zum Fertigen einer Hochleistungs-LED-Leuchte gemäß der Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschrieben. Bei einem Schritt 48 wird eine Schicht aus reflektierendem Material über einer Rückseitenoberfläche einer LED mit ohmschen Kontakten aufgebracht. Die Rückseitenoberfläche ist die Oberfläche, die der lichtemittierenden Oberfläche der LED gegenüber liegt. Die Schicht aus reflektierendem Material bildet den Rückseitenreflektor des LED-Chips, der in der Leuchte aufgenommen wird. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das reflektierende Material Ag oder eine Ag-Legierung, die auf die Rückseitenoberfläche der LED gesputtert werden kann. Es kann jedoch ein anderes vergleichbares reflektierendes Material verwendet werden, um den Rückseitenreflektor zu bilden, und die Auswahl des reflektierenden Materials hängt von der Wellenlänge des emittierten Lichts ab. Bei einem Schritt 50 wird eine Diffusionsbarriere über dem Rückseitenreflektor gebildet, derart, daß der Rückseitenreflektor zwischen der LED und der Diffusionsbarriere positioniert ist. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel ist die Diffusionsbarriere aus Ni oder NiV zusammengesetzt. Die Ni-Diffusionsbarriere weist vorzugsweise eine Dicke von etwa 7.000 Å auf. Das NiV weist eine bevorzugte Dicke von etwa 2.000 Å auf. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel ist die Diffusionsbarriere aus TiW:N zusammengesetzt. Bei diesem alternativen Ausführungsbeispiel kann die Diffusionsbarriere eine Dicke von etwa 800 Å oder mehr aufweisen.

Als nächstes wird bei einem Schritt 52 eine Schicht aus Lötmaterial auf der Diffusionsbarriere aufgebracht, derart, daß der Rückseitenreflektor von der Schicht aus Lötmaterial durch die Diffusionsbarriere physisch getrennt ist. Das Lötmaterial kann In, Pb, Au, Sn oder eine Legierung und Eutektika derselben sein. Es kann jedoch statt dessen ein vergleichbares Material verwendet werden. Bei einem Schritt 54 wird der LED-Chip mit dem Rückseitenreflektor, der Diffusionsschicht und der Schicht aus Lötmaterial auf einer Chip-Plattform, wie z. B. einem Block, einer Chip-Anschlußfläche oder einem Zuleitungsrahmen, platziert, so daß sich die Schicht aus dem Lötmaterial in einem Kontakt mit der Chip-Plattform befindet. Der LED-Chip wird dann an der Chip-Plattform durch Schmelzen der Schicht aus Lötmaterial bei einem Schritt 56 befestigt, so daß sich das Lötmaterial mit der Oberfläche der Chip-Plattform ohne ein Vermischen des reflektierenden Materials des Rückseitenreflektors mit dem Lötmaterial verbindet. Nachdem der LED-Chip an der Chip-Plattform befestigt ist, werden andere herkömmliche Fertigungsschritte durchgeführt, um die Fertigung einer Hochleistungs-LED-Leuchte zu beenden.

#### Patentansprüche

1. Lichtemittierende Struktur (26; 44) mit folgenden Merkmalen:  
einer lichterzeugenden Einrichtung (28) zum Emittieren von Licht, wobei die lichterzeugende Einrichtung mindestens eine Schicht aufweist, die auf ein Erregungssignal anspricht;  
einer reflektierenden Einrichtung (34), die mit der lichterzeugenden Einrichtung gekoppelt ist, zum Reflektieren eines Anteils des Lichts, das von der lichterzeugenden Einrichtung emittiert wird und das auf die reflektierende Einrichtung auftrifft, wobei die reflektierende Einrichtung eine Schicht aus einem reflektierenden Material mit einem vorbestimmten Reflexionsvermögen bezüglich des Lichts aufweist;

einer Verbindungseinrichtung (38) auf einer Seite der reflektierenden Einrichtung, die der lichterzeugenden Einrichtung gegenüber liegt, zum Befestigen der lichterzeugenden Einrichtung und der reflektierenden Einrichtung an einer Befestigungsoberfläche (40), wobei die Verbindungseinrichtung eine Schicht aus einem Verbindungsmaterial aufweist, das an der Befestigungsoberfläche haftet; und

einer Trennungseinrichtung (36; 46), die zwischen der reflektierenden Einrichtung und der Verbindungseinrichtung zum Trennen der reflektierenden Einrichtung von der Verbindungseinrichtung derart positioniert ist, daß es nennenswert verhindert wird, daß das Verbindungsmaterial in das reflektierende Material wandert, wenn dasselbe hohen Temperaturen ausgesetzt wird.

2. Struktur gemäß Anspruch 1, bei der die Trennungseinrichtung (36; 46) eine Diffusionsbarriere aufweist, wobei die Diffusionsbarriere mindestens teilweise aus einer Schicht zusammengesetzt ist, die die reflektierende Einrichtung und die Verbindungseinrichtung trennt.

3. Struktur gemäß Anspruch 2, bei der die Schicht aus einem leitfähigen Material besteht.

4. Struktur gemäß Anspruch 3, bei der das leitfähige Material der Schicht Nickel aufweist.

5. Struktur gemäß Anspruch 4, bei der das leitfähige Material der Schicht ferner Vanadium aufweist.

6. Struktur gemäß Anspruch 5, bei der das leitfähige Material der Schicht etwa 93% Nickel und etwa 7% Vanadium aufweist.

7. Struktur gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, bei der die Schicht des leitfähigen Materials eine Dicke in dem Bereich von 1.000 Å bis 10.000 Å aufweist.

8. Struktur gemäß einem der Ansprüche 3 bis 7, bei der die Schicht des leitfähigen Materials eine Dicke von etwa 2.000 Å aufweist.

9. Struktur gemäß Anspruch 3 oder 4, bei der das leitfähige Material der Schicht aus Nickel besteht.

10. Struktur gemäß Anspruch 9, bei der die Schicht des leitfähigen Materials eine Dicke in dem Bereich von 2.000 Å bis 15.000 Å aufweist.

11. Struktur gemäß Anspruch 3, bei der das leitfähige Material der Schicht Titan-Wolfram-Nitrid (TiW:N) aufweist.

12. Struktur gemäß Anspruch 2, bei der die Schicht aus einem nicht-leitfähigen Material besteht.

13. Struktur gemäß Anspruch 12, bei der das nicht-leitfähige Material ein Dielektrikum ist.

14. Struktur gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, bei der die lichterzeugende Einrichtung eine lichtemittierende Diode aufweist, die das Licht ansprechend auf das Erregungssignal emittiert.

15. Struktur gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, bei der das reflektierende Material der reflektierenden Einrichtung Silber enthält, und bei der das Verbindungsmaterial der Verbindungseinrichtung ein Material aufweist, das aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus Indium, Blei, Gold und Zinn besteht.

16. Verfahren zum Fertigen eines lichtemittierenden Bauelements (26; 44), mit folgenden Schritten:

Aufbringen (48) einer Schicht aus reflektierendem Material (34) auf einer Oberfläche eines lichterzeugenden Bauelements (28);

Bilden (50) einer Diffusionsbarriere (36; 46) auf der Schicht aus reflektierendem Material, derart, daß die Schicht aus reflektierendem Material zwischen der Diffusionsbarriere und dem lichterzeugenden Bauelement positioniert ist;

Aufbringen (52) einer Schicht aus Lötmaterial (38) auf der Diffusionsbarriere, so daß die Schicht aus reflektierendem Material und die Schicht aus Lötmaterial durch die Diffusionsbarriere physisch getrennt sind;  
 Plazieren (54) des lichterzeugenden Bauelements mit der Schicht aus reflektierendem Material, der Diffusionsschicht und der Schicht aus Lötmaterial auf einer Befestigungsoberfläche (40), derart, daß sich die Schicht aus Lötmaterial in einem Kontakt mit der Befestigungsoberfläche befindet; und  
 Schmelzen (56) der Schicht aus Lötmaterial, um das lichterzeugende Bauelement an der Befestigungsoberfläche zu befestigen, wobei ferner ein nennenswertes Vermischen des reflektierenden Materials und des Lötmaterials durch die Diffusionsbarriere verhindert wird.  
 17. Verfahren gemäß Anspruch 16, bei dem der Schritt des Bildens (50) der Diffusionsbarriere (36; 46) einen Schritt des Aufbringens von Nickel (Ni) auf der Schicht aus reflektierendem Material (34) aufweist.  
 18. Verfahren gemäß Anspruch 17, bei dem der Schritt des Aufbringens von Ni ein Schritt des Aufbringens einer Schicht aus Ni mit einer Dicke von etwa 2.000 Å bis 15.000 Å ist.  
 19. Verfahren gemäß Anspruch 16, bei dem der Schritt (50) des Bildens der Diffusionsbarriere (36; 46) einen Schritt des Aufbringens von Nickel-Vanadium (NiV) auf der Schicht aus reflektierendem Material (34) aufweist.  
 20. Verfahren gemäß Anspruch 19, bei dem der Schritt des Aufbringens von NiV ein Schritt des Aufbringens einer Schicht aus NiV mit einer Dicke von etwa 1.000 Å bis 10.000 Å ist.  
 21. Verfahren gemäß Anspruch 19 oder 20, bei dem der Schritt des Aufbringens von NiV ein Schritt des Aufbringens einer Schicht aus NiV mit einer Dicke von etwa 2.000 Å ist.  
 22. Verfahren gemäß Anspruch 16, bei dem der Schritt (50) des Bildens der Diffusionsbarriere (36; 46) einen Schritt des Aufbringens eines nicht-leitfähigen Materials auf der Schicht aus reflektierendem Material (34) aufweist.  
 23. Verfahren gemäß Anspruch 22, bei dem der Schritt des Aufbringens des nicht-leitfähigen Materials auf der Schicht aus reflektierendem Material (34) ein Schritt des Aufbringens eines dielektrischen Materials auf der Schicht aus reflektierendem Material (34) ist.  
 24. Verfahren gemäß Anspruch 16, bei dem der Schritt (50) des Bildens der Diffusionsbarriere (36; 46) einen Schritt des Aufbringens von Titan-Wolfram-Nitrid (TiW:N) auf der Schicht aus reflektierendem Material (34) aufweist.  
 25. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 24, bei dem der Schritt (48) des Aufbringens der Schicht aus reflektierendem Material (34) ein Schritt (48) des Aufbringens der Schicht aus reflektierendem Material (34) auf einer Rückseitenoberfläche einer lichtemittierenden Diode ist.  
 26. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 25, bei dem der Schritt (48) des Aufbringens der Schicht aus reflektierendem Material (34) ein Schritt des Aufbringens von Silber-enthaltendem Material auf der Oberfläche des lichterzeugenden Bauelements ist, und bei dem der Schritt (52) des Aufbringens der Schicht aus Lötmaterial ein Schritt (52) des Aufbringens eines Materials, das ein Element aufweist, das aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus Indium, Blei, Zinn und Gold besteht, auf der Diffusionsbarriere ist.  
 27. Lichtemittierender Dioden-Chip mit folgenden

Merkmale:

einer lichtemittierenden Diode (28), die Licht mit einer vordefinierten spektralen Verteilung emittiert, wobei die lichtemittierende Diode (28) eine erste Oberfläche und eine lichtausstrahlende Oberfläche aufweist;  
 einer reflektierenden Schicht (34), die einstückig an der ersten Oberfläche der lichtemittierenden Diode (28) befestigt ist, um das Licht zu reflektieren, das von der ersten Oberfläche der lichtemittierenden Diode (28) emittiert wird, derart, daß reflektiertes Licht zu der lichtausstrahlenden Oberfläche der lichtemittierenden Diode (28) gerichtet wird;  
 einer Diffusionsbarriere (36; 46), die an einer Oberfläche der reflektierenden Schicht (34) befestigt ist, die der lichtemittierenden Diode (28) gegenüber liegt; und  
 einer Lotschicht (38), die an der Diffusionsbarriere (36; 46) derart befestigt ist, daß die Diffusionsbarriere (36; 46) zwischen der reflektierenden Schicht und der Lotschicht (38) positioniert ist, wobei die Lotschicht (38) von der reflektierenden Schicht (34) durch die Diffusionsbarriere (36; 46) getrennt ist.  
 28. Dioden-Chip gemäß Anspruch 27, bei dem die Diffusionsbarriere (36; 46) Nickel (Ni) aufweist.  
 29. Dioden-Chip gemäß Anspruch 28, bei dem die Diffusionsbarriere (36; 46) ferner Vanadium (V) aufweist.  
 30. Dioden-Chip gemäß Anspruch 27 oder 28, bei dem die Diffusionsbarriere (36; 46) aus Nickel (Ni) besteht.  
 31. Dioden-Chip gemäß Anspruch 27, bei dem die Diffusionsbarriere (36; 46) Titan-Wolfram-Nitrid (TiW:N) aufweist.  
 32. Dioden-Chip gemäß Anspruch 27, bei dem die Diffusionsbarriere (36; 46) aus einem nicht-leitfähigen Material besteht.  
 33. Dioden-Chip gemäß Anspruch 32, bei dem das nicht-leitfähige Material ein dielektrisches Material ist.  
 34. Dioden-Chip gemäß einem der Ansprüche 27 bis 33, bei dem die reflektierende Schicht (34) Silber (Ag) enthält, und bei dem die Lotschicht (38) ein Material enthält, das aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus Indium (In), Blei (Pb), Zinn (Sn) und Gold (Au) besteht.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



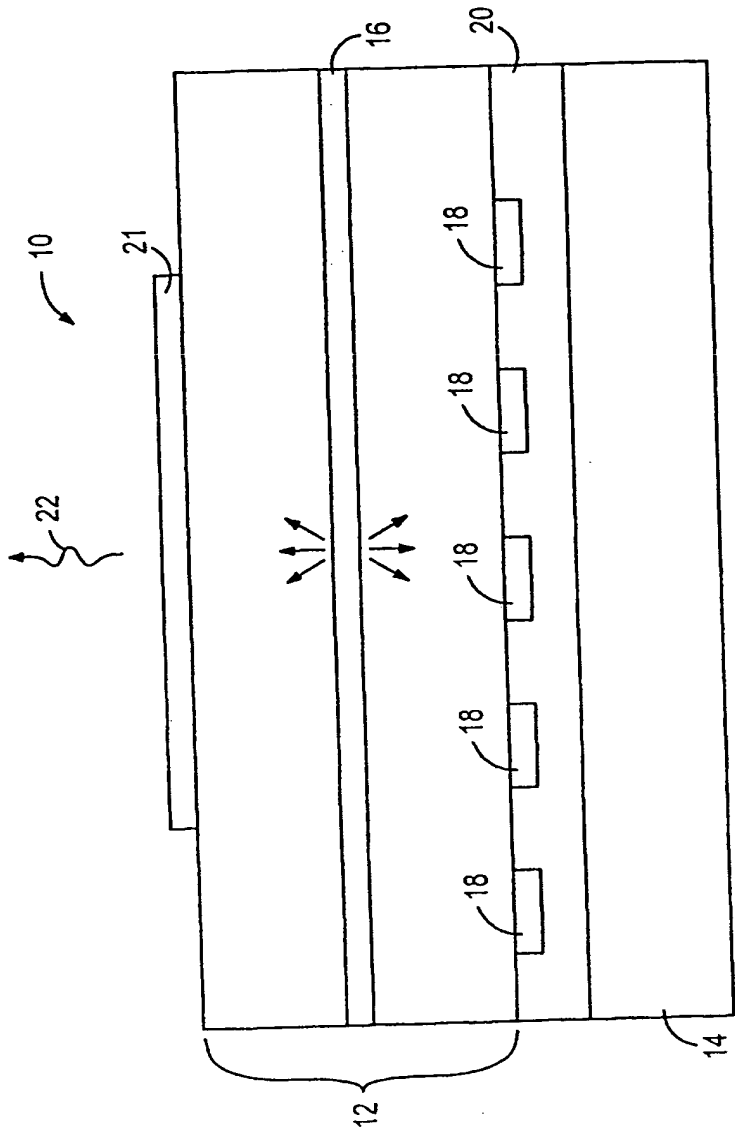
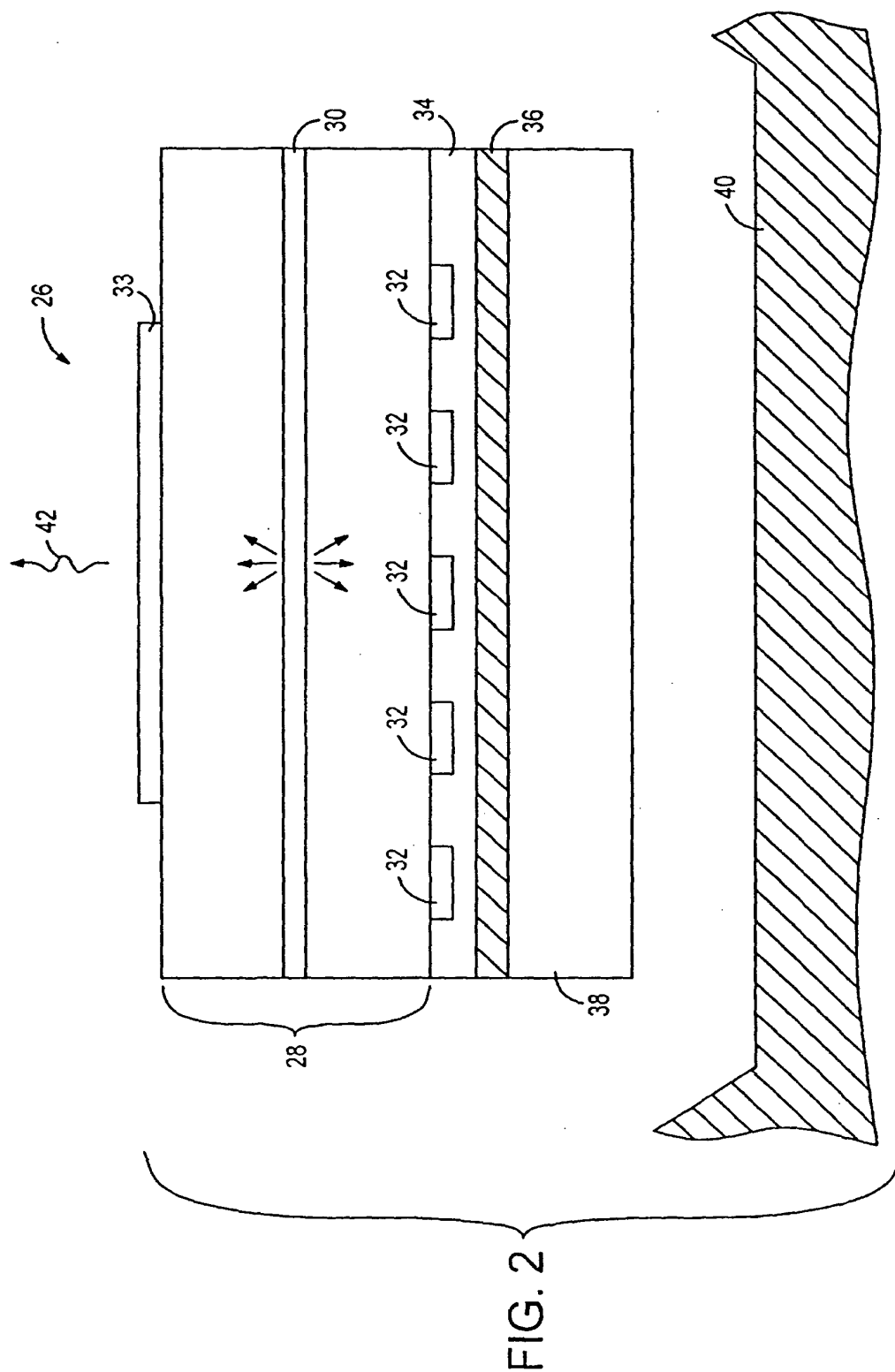
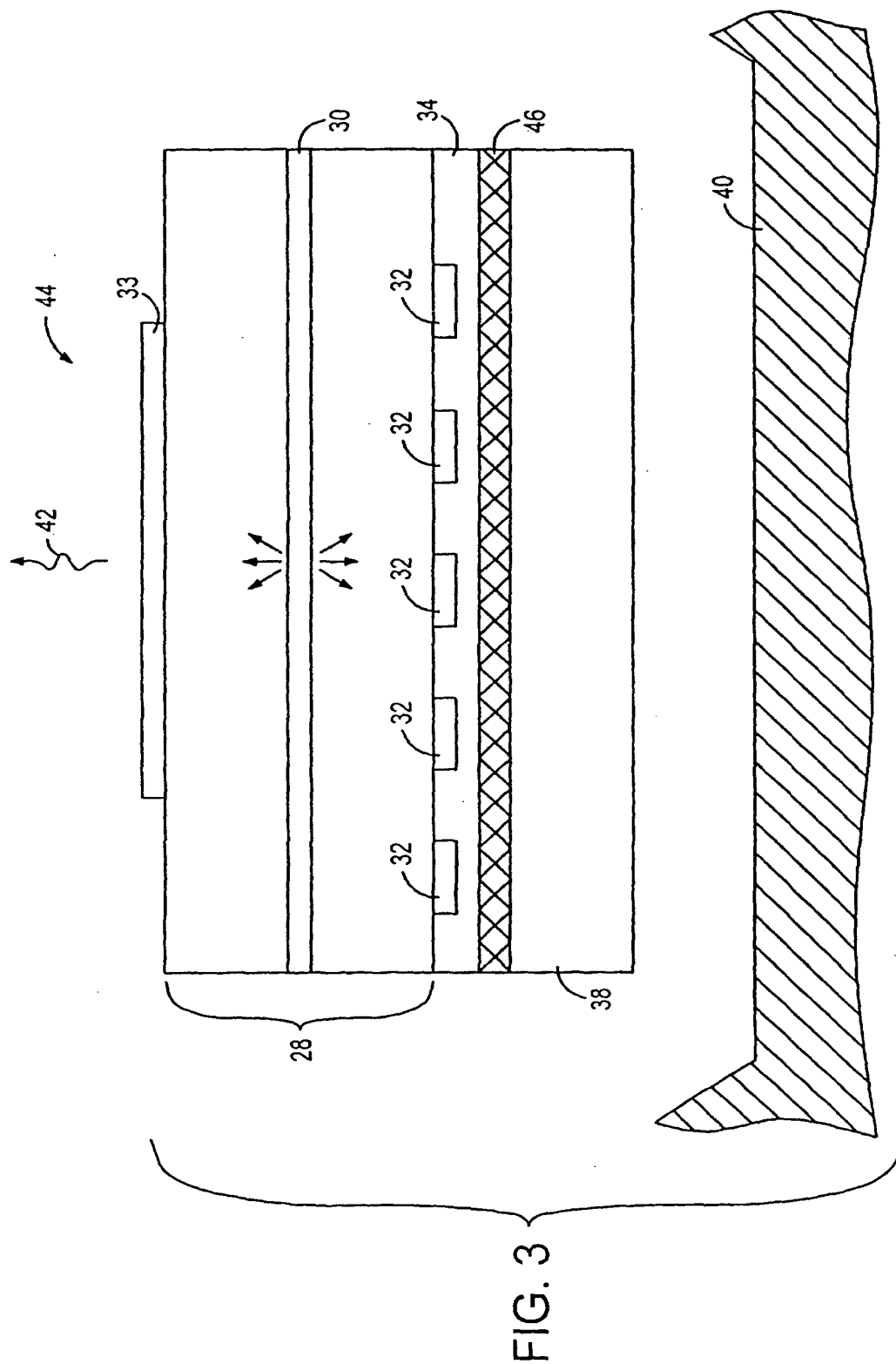


FIG. 1  
(STAND DER TECHNIK)





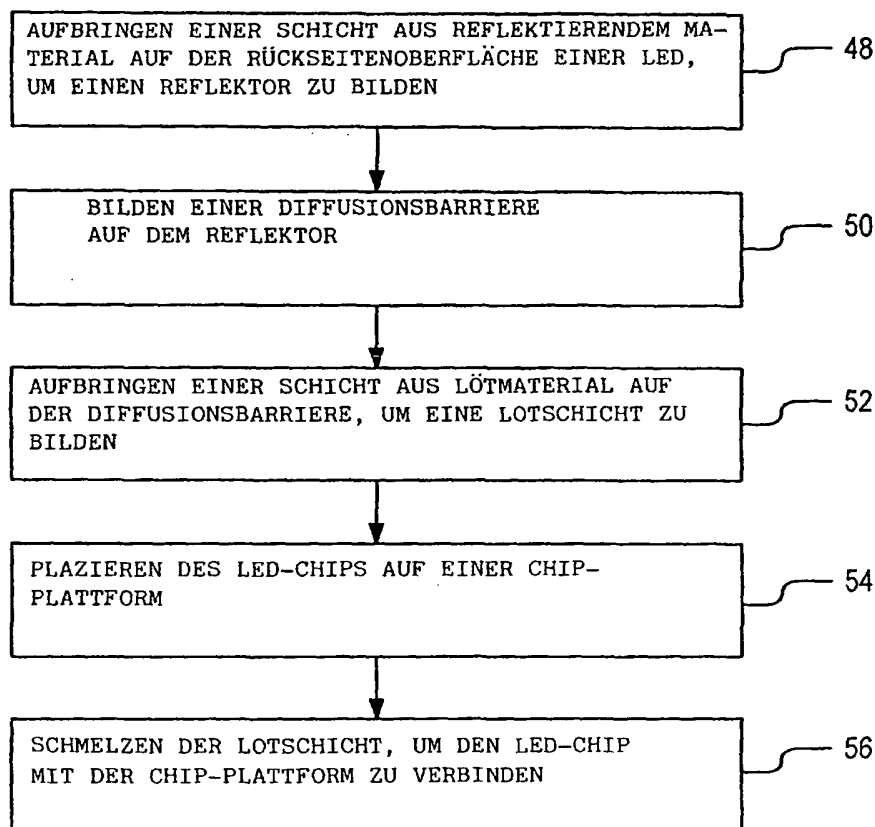


FIG. 4